

**Untersuchungen über den Einfluß  
des Coffeins auf die zentrale Dunkel-  
adaptation nach Blendung**

**Ursel Asendorf**

=

1968



Aus dem Institut für gerichtliche und soziale Medizin der Universität  
Frankfurt am Main

(Direktor: Professor Dr. G e r c h o w )

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DEN EINFLUSS DES COFFEINS AUF DIE  
ZENTRALE DUNKELADAPTATION NACH BLENDUNG

Inaugural - Dissertation  
zur  
Erlangung des Doktorgrades  
der gesamten Medizin  
der hohen Medizinischen Fakultät  
der Johann Wolfgang Goethe-Universität  
zu Frankfurt am Main

vorgelegt von  
Ursel ASENDORF  
aus Würzburg

Frankfurt/M. 1963



|                    |                    |
|--------------------|--------------------|
| Dekan:             | Professor Krücke   |
| Referent:          | Professor Gerchow  |
| Coreferent:        | Professor Taubmann |
| Mündliche Prüfung: | 23. Febr. 1963     |

# UNTERSUCHUNGEN ÜBER DEN EINFLUSS DES COFFEINS AUF DIE ZENTRALE DUNKELADAPTATION NACH BLENDUNG

## Gliederung

|      |                                                       |       |
|------|-------------------------------------------------------|-------|
| I.   | Einleitung                                            | S. 1  |
| II.  | Hauptteil                                             |       |
| 1.   | Physiologie des Sehens                                |       |
| a)   | Sehleitung                                            | S. 2  |
| b)   | Bau der Retina                                        | S. 3  |
| c)   | Adaptationsvorgänge                                   | S. 4  |
| d)   | Blendung                                              | S. 10 |
| 2.   | Pharmakodynamische Wirkung des Coffeins               | S. 12 |
| 3.   | Methodik unserer Versuche                             | S. 14 |
| 4.   | Darstellung der statistischen Ergebnisse in<br>Kurven |       |
| 5.   | Diskussion                                            |       |
| a)   | Versuchsergebnisse                                    | S. 19 |
| b)   | Angriffspunkte des Coffeins am adaptierten<br>Auge    | S. 20 |
| III. | Zusammenfassung                                       | S. 23 |
| IV.  | Literaturübersicht                                    | S. 24 |

## Einleitung

Eine häufige Ursache von Verkehrsunfällen dürfte in der Verminderung des optischen Wahrnehmungsvermögens zu suchen sein; denn das Auge ist eines der meistbeteiligten Sinnesorgane, dessen Reize durch Koordination mit anderen sensorischen Empfindungen den Autofahrer zum sinnvollen Handeln veranlassen.

Häufig wird von Kraftfahrern vorgetragen, daß eine momentane und unerwartete Blendung sie beeinflußt und irritiert habe. Deshalb haben sich schon zahlreiche Autoren mit dem Problem des Blendeffektes befaßt. (COMBERG, LAVES-BITZEL-BERGER, LOSSAGK u. a.)

Da man das physiologische Verhalten des Auges nach Blendung durch Untersuchungen an Adaptometern kennt, andererseits auch weiß, daß durch den allgemein verbreiteten Kaffeegenuß das Coffein im Verkehr eine Rolle spielt, erschien es uns lohnenswert, dessen Einfluß auf das visuelle System, und zwar im Hinblick auf die Folgen nach Blendung am dunkel adaptierten Auge, zu untersuchen.

## Hauptteil

### Physiologie des Sehens

Der sinnesphysiologische Vorgang der optischen Wahrnehmung besteht aus einem Zusammenspiel mindestens dreier differenzierter Komponenten, von deren Leistungen das entstandene Gesamtbild abhängig ist:

1. Receptorische Leistung der Retina
2. Sehleitung
3. Assoziative Vorgänge an der Großhirnrinde.

Der adäquate Reiz für das menschliche Auge ist Licht aus dem Wellenlängenbereich von 400 - 700 m $\mu$ . Dieser Reiz fällt durch ein kompliziert gebautes optisches System auf die Netzhaut, wo die eigentlichen Rezeptoren, die Stäbchen und Zapfen einer Pigmentepithelschicht in der Retina aufliegen. Der auftreffende Reiz wird von den Rezeptoren auf ein zweites und drittes Neuron übertragen, und von diesen über die Sehnerven, die sich im Tractus nervi optici vereinigen, über das Corpus Geniculatum laterale auf den Cortex übertragen; nachdem die Sehnervenfasern der nasalen Netzhautanteile sich im Chiasma opticum gekreuzt haben. Nach Umschaltung auf ein weiteres Neuron im Bereich der Vierhügelplatte zieht der Hauptteil (70 % nach REIN-SCHNEIDER) der Fasern als Gratioletsche Sehstrahlung in die Fissura calcarina, das 17. Feld (TEUBER), auch Area Striata genannt, ein. Die am Corpus Geniculatum laterale abgespaltenen Fasern verlaufen

- a) zum Bulbus (reflektorische Einstellung der Körpermuskulatur)
- b) zum Oculomotoriuskern (Pupillenreflex, Parasympathikus)
- c) und zum Thalamus opticus.

Auch ein umgekehrter Weg vom Cortex zur Netzhaut ist gebahnt, er dient der bewussten Einstellung für unterschiedliche Erregungsschwellen. So ist eine gleichzeitige Beeinflussung vom einen auf das andere Auge möglich (REIN-SCHNEIDER). Entsprechend der Anzahl und Lage der Rezeptoren, die gereizt werden, findet eine "Punkt zu Punkt-Projektion" auf ein Gebiet im Cortex statt, das bis zu 10.000 mal größer ist als der gereizte Netzhautanteil (REIN-SCHNEIDER).

JUNG, BAUMGARTNER, GRUESSER und GRUESSER-CORNEHLS u. a. konnten durch Ableiten von Aktionspotentialen dabei auf der Hirnrinde fünf verschiedene Reaktionstypen, die auf diffuse, binoculare Lichtreize unterschiedlich reagieren, ausdifferenzieren.

Diese Zentren geben durch feines Zusammenspiel keine absoluten Hell- und Dunkelwerte, sondern sie melden die relativen Änderungen für simultane und successive Empfindungen (JUNG). So wird das Eigen-grau bei geschlossenen Augen ohne Aktivität als die Ruheaktivität der Zentren im relativen Gleichgewicht erklärt, während die positiven Nachbilder elektrische Nachentladungen der entsprechenden Bezirke sein sollen (BAUMGARTNER, DODT, GRUESSER, GRUESSER-CORNEHLS, GRANIT). Das negative Nachbild dagegen beruht nach FECHNER, HELMHOLTZ, SCHÖBER, TRENDLENBURG und TSCHERMAK auf einer Ermüdung der vorbelichteten Netzhautteile.

Die verantwortlichen Bestandteile der Netzhaut für den Sehvorgang sind die Stäbchen und Zapfen. Diese liegen unterschiedlich in der Retina verteilt. In der Fovea centralis befinden sich ausschließlich Zapfen, die nach der Peripherie hin zugunsten der Stäbchen abnehmen. HELMHOLTZ, KOHLRAUSCH und KÜHNE erkannten schon früh, daß das Tagesehen am günstigsten im Bereich der Fovea abläuft, während bei zunehmender Dämmerung die Helligkeitsempfindung nach der Peripherie hin zunimmt. So entstand die "Duplizitätstheorie", nach der die Zapfen die Träger des Helligkeits- und Farbsehens sind, während die Stäbchen ihre Funktion erst bei geringeren Lichtintensitäten, wie in der Dämme-

rung, aufnehmen. Allerdings zeigten Untersuchungen von DODT und BYKOW, daß auch der Zapfenapparat geringe Fähigkeiten zur Dunkeladaptation besitzt.

Im Rahmen unseres Themas befaßten wir uns mit Adaptationsvorgängen, wobei wir unsere Untersuchungen auf die Readaptation nach Blendung und den Einfluß des Coffeins auf die Readaptationszeit gelenkt haben. Hierüber existieren schon zahlreiche Arbeiten (BRANDIS, EICHLER, KAVKOV, LAVES-BITZEL-BERGER, TSCHERMAK u. a.). Allerdings konnten wir keine Analoge zu unseren Versuchsserien in der Literatur auffinden. Die Adaptationsversuche wurden seither zumeist im Hinblick auf die Veränderungen des Farbensehens unter Coffein unternommen, wobei KAVKOV nach Injektion von 0,1 g Coffein s. c. eine Steigerung der Rotempfindlichkeit, die nach WÖLFFLIN sogar bis zu 40 % betrug, gegenüber einer gleichbleibenden Grünempfindung feststellen konnte. EICHLER berichtet zudem von einer verminderten Chronaxie nach lokal appliziertem Coffein bei Hunden.

Uns interessierte der Einfluß des Coffeins auf die Readaptation in verkehrsmedizinischer Hinsicht. Um aber auf diese Verhältnisse intensiver eingehen zu können, müssen wir uns zunächst mit dem physiologischen Adaptationsvorgängen auseinandersetzen.

Das menschliche Auge besitzt die Fähigkeit, die Empfindlichkeit seiner Rezeptoren verschiedenen Helligkeitswerten anzupassen:  
Adaptation.

Zur Einstellung sowohl zentraler als auch peripherer Netzhautteile oder der gesamten Retina bedarf es einer gewissen Adaptationszeit, nach der das Auge eine maximale Erregbarkeit für das adaptierte Helligkeitsniveau erreicht hat. RANKE nennt die Adaptation eine "Bereichseinstellung im technischen Sinn". Das Maximum der Adaptation liegt im Leuchtdichtenbereich zwischen 20.000 asb <sup>+)</sup>

---

<sup>+)</sup>  asb, Apostilb ist die kleinere Einheit des Leuchtdichtenmaßes Stilb(sb).  $1 \text{ asb} = \frac{1}{2} \times 10^{-4} \text{ sb}$ .

und 0,2 asb. Anpassung an Helligkeitsunterschiede 1 : 1 Milliarde (REIN-SCHNEIDER).

Adaptiert nur ein lokaler Netzhautbereich auf einen bestimmten Helligkeitswert, muß in der nicht erregten Umgebung Schwarzempfindung ausgelöst werden: Simultankontrast. Aber die Tendenz zur Adaptation teilt sich bald der Nachbarschaft mit, dadurch besteht eine dauernde Änderung der Reizschwelle im unbelichteten Teil der Netzhaut, der Kontrast verschwindet. (EBBECKE, GRANIT, HAMBURGER, HELMHOLTZ, KOHLRAUSCH, SCHÖBER u. a.)

Die Zeit, die zur Adaptation auf eine bestimmte Leuchtdichte gebraucht wird, richtet sich nach der Lichtintensität und Farbe (KOGINA, REIN-SCHNEIDER) des zuvor betrachteten Feldes, dann nach der Qualität des beleuchteten Netzhautbezirkes und nach dem Helligkeitsbereich, auf den adaptiert werden soll. Die Anpassung der Fovea z. B. ist wesentlich schneller erreicht als die der Peripherie, dafür ist die endgültige Empfindlichkeit auch wesentlich geringer (HAMBURGER, MOTE und RIOPELLE, REIN-SCHNEIDER, SCHÖBER, TRENDLENBURG). Nach HABERICH erfolgt der Wiederanstieg der Empfindlichkeit der Netzhaut nach vorangegangener Belichtung nach Zeit und Intensität des Lichtes logarithmisch.

---

+) Forts. S. 4:

1 Stilb (sb) = 1/60 der Leuchtdichte des bei der Erstarrungstemperatur des Platins (2046° C) strahlenden Körpers oder die Lichtstärke einer Hefner-Kerze (HK/cm<sup>2</sup>).

z. B.

|                                |                               |     |
|--------------------------------|-------------------------------|-----|
| Nachthimmel                    | 0,1 - 0,2                     | asb |
| Blauer Tageshimmel             | 10.000                        | asb |
| Mittagssonne                   | 3.100.000.000 - 4.700.000.000 | asb |
| Kfz-Scheinwerfer, abgeblendet  | etwa 36.000                   | asb |
| Kfz-Scheinwerfer, aufgeblendet | etwa 3.000.000                | asb |

(nach LAVES-BITZEL-BERGER).

Im allgemeinen hat man durch Versuche an Adaptometern festgestellt, daß die Dunkeladaptation bis zu 40 min deutlich zunimmt. Auch dann ist noch kein Stillstand erreicht, aber die dann noch Stunden dauernde weitere Adaptation geht sehr langsam voran (HAMBURGER, SCHOBER). Auch der umgekehrte Vorgang von Dunkel- zur Helladaptation braucht längere Zeit (etwa 40 min) als man früher annahm. (HAMBURGER, NAGEL u. a.)

Der Übergang vom Stäbchen- zum Zapfensehen liegt im Leuchtdichtenbereich von 0,02 asb bis 50 asb (Mondlicht ----- künstliche Beleuchtung).

Der Wechsel vom Tagessehen zum Dämmerungssehen geht entgegen früheren Feststellungen (KOHLRAUSCH) durch eine Vielzahl von einzelnen Adaptationsvorgängen fließend vor sich (HAMBURGER, SCHOBER).

Im Laufe der Zeit wurden zahlreiche Adaptimeter entwickelt, an denen sehr wohl die Adaptationsfähigkeit einer Versuchsperson festgestellt werden kann, die aber für die Verhältnisse im Straßenverkehr insofern wenig Aussagekraft besitzen, als die Zeit einer endgültigen Readaptation ermittelt wird und nicht, wie es uns wesentlich erschien, die Zeit registriert wird, in der nach Blendung zum ersten Mal

- a) ein Kontrast  
und

- b) eine Form

erkannt werden kann. Diese beiden Faktoren sind es letztlich, deren Wahrnehmung den Autofahrer zum raschen und oft rettenden Handeln zwingen.

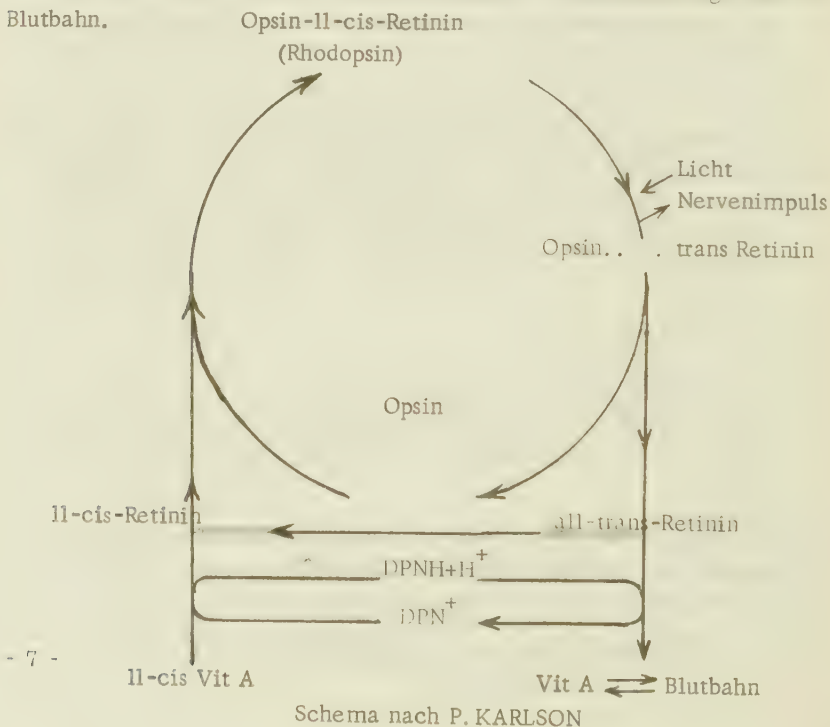
Der genaue Vorgang der Adaptation ist trotz sehr vieler Untersuchungen im Netzhautbereich nach wie vor umstritten. Grundsätzlich sind zwei Mechanismen bekannt:

- 1) Fotochemische Prozesse des Sehpurpurs
- 2) Nervöse Regelvorgänge.

Bei den fotochemischen Prozessen, die schon sehr früh von WALD, HECHT und KÜHNE beobachtet wurden, handelt es sich um den Zerfall und Wiederaufbau des Sehpurpurs, das Rhodopsin.

Der lichtempfindliche Sehpurpur besteht aus Opsin und Neoretinin b, ein Vitamin A-Alkohol, ein Stereoisomer des all-trans-Retinins. Die Doppelbindung zwischen  $C_{11}$  und  $C_{12}$  in der cis-Form beim Neoretinin b tritt mit dem Protein Opsin allein zum Chromoproteid zusammen.

Durch das Licht wird eine Abdissoziation des all-trans-Retinins vom Molekül verursacht. Rhodopsin zerfällt dabei durch Licht in Opsin und Retinin. Erst durch eine Umlagerung des Retinins in Neoretinin b (die 11-cis-Form) kann der Sehpurpur wieder aufgebaut werden. Stoffaustausch im Sinne von Zufuhr von Vitamin A und Abbau des Vitamin A-Alkohols erfolgt über die Blutbahn.



Der Sehpurpur, der vorwiegend in den Stäbchen enthalten ist, zerfällt bei Lichteinwirkung und wird im Dunkeln wieder regeneriert.

KÜHNE, der Veränderungen am Photopigment beobachten konnte, glaubte, daß der Sehvorgang allein auf einer Konzentrationsänderung des Pigmentes beruht. Dieser Auffassung schlossen sich alle älteren Autoren an.

In neuerer Zeit konnten BAUMGART, zitiert nach DODT, DODT, GRANIT sowie RUSHTON u. a. durch elektroretinographische Untersuchungen feststellen, daß kein sichtbarer Zusammenhang zwischen dem Aktionsstrom an den Rezeptoren beim Sehvorgang ( $\beta$ -Wellen) und der Konzentration des Fotopigmentes besteht.

Auch heute noch halten zahlreiche Autoren den fotochemischen Prozeß für allein verantwortlich für den Sehvorgang (HAMBURGER, HECHT, STEPP, TRENDLENBURG, WALD), weil nachgewiesen werden konnte, daß bei erhöhter Zufuhr von Vitamin A die Dunkeladaptation verbessert werden kann (COMBERG, HAMBURGER, STEPP, THIEL zitiert nach SCHÖBER u. a.). RUSHTON, dem der Nachweis verschiedener Arten von Pigmenten in den Rezeptoren gelang, sowie WALD und SICKEL fanden aber, daß die Bleichung der Fotopigmente erst bei sehr hoher retinaler Beleuchtung eintritt.

Der nervöse Regelmechanismus, Akkomodation und reflektorische Einstellung der Pupillen, wird deshalb von einem anderen Teil der Untersucher (KUFFLER u. a.) an den Adaptationsvorgängen allein verantwortlich gemacht für die Anpassung des Auges an einen bestimmten Leuchtdichtenbereich; zumal die Adaptation auch psychischen Einflüssen zugänglich ist (SCHÖBER).

DODT, GRANIT, REIN-SCHNEIDER u. a. stellten fest, daß schneller als die chemischen Vorgänge ablaufen können das Auge sich neuen Lichtverhältnissen im Groben anzupassen vermag. (0,05 sec bis 10 sec nach Eintritt der niedrigeren Beleuchtungsverhältnisse.)

Nach LAVES-BITZEL-BERGER sind zwei Regelkreise, der Dilator- und der Sphinkterkreis für die Einstellung der Pupille verantwortlich. Das Verhältnis von maximaler Pupillenweite zu maximaler Verengung beträgt 8 : 2 im Durchmesser; das auftreffende Licht kann also je nach Intensität eine Flächenveränderung von 64 : 4 hervorrufen. Aus der verschiedenen örtlichen Verteilung der Stäbchen und der Zapfen, die nach LAVES-BITZEL-BERGER die Receptoren für die beiden Regelkreise sind, resultiert eine äußerst große Empfindlichkeit der Netzhaut. So ist das dunkel adaptierte Auge gegenüber dem hell adaptierten um das  $10^5$ -fache empfindlicher. Die Weite der Pupille spielt bei der Seh Wahrnehmung im Dunkeln deshalb eine so große Rolle, weil nach dem PIPERSchen Gesetz die Lichtwirkung proportional der Quadratwurzel der beleuchteten Netzhautanteile zunimmt, während nach HECHT die Einwirkung der Blendfläche bei zentraler Blendung ohne Bedeutung ist.

Nach der Fotopigmenttheorie müßte bei dunkelpigmentierten Menschen die Adaptation gegenüber denen mit weniger Pigment verbessert sein (WÖLFFLIN), was aber weder MATTHEY noch SCHOBER nach eingehenden Untersuchungen bestätigen konnten.

Durch Ableitungen von Elektoretinogrammen konnte SICKEL das Zusammenspiel sowohl einer nervösen als auch einer chemischen Komponente darstellen. Das Pigment hat dabei wohl die Aufgabe, das Licht zu absorbieren und die Qualität des Lichtes innerhalb des Spektrums mit großer Empfindlichkeit weiterzuleiten (REIN-SCHNEIDER).

SCHOBER unterscheidet zwischen einer  $\alpha$ - und  $\beta$ -Adaptation, wobei die  $\alpha$ - oder Sofort-Adaptation innerhalb von 0,05 sec erreicht wird und sich über die gesamte Netzhaut erstreckt (nervöser Regulationsvorgang), während die  $\beta$ -Adaptation nur im beleuchteten Netzhautbereich eintritt und von chemischen Vorgängen abhängig ist. Tritt z.B. eine Person in einen unbeleuchteten Raum und kommt etwa aus einer durch Tageslicht erhellten Umgebung, braucht sie bis zu 40 min und mehr, um sich an die neuen Lichtverhältnisse endgültig gewöhnt zu haben, wenngleich sie auch bereits nach Sekunden bis zu 3 min sich im Raum schon grob

orientieren kann. SCHOBER interpretiert den Vorgang so, daß die  $\alpha$ -Adaptation die Trägheit der  $\beta$ -Adaptation überbrückt, bis diese die Feinregulierung ausgeführt hat.

Wird durch eine plötzliche Veränderung des Leuchtdichtenbereiches oder durch so starke Lichtreize das Auge getroffen, daß es momentan mit der Adaptation nicht mehr folgen kann, herrscht der Zustand der Blendung. Das Auge benötigt danach eine gewisse Zeit zur Readaptation, die für den Autofahrer im Straßenverkehr von grosser Bedeutung sein kann.

Dem Zustand der Blendung folgen positive und negative Nachbilder, die durch elektrische Nachentladungen der betroffenen sensiblen Anteile des optischen Apparates zustande kommen, "off-effect" (BAUMGARTNER, BYKOW, GRANIT, JUNG, RUSHTON). Die Intensität der Nachbilder hängt dabei von der Qualität und Quantität des vorangegangenen Reizes ab (HABERICH, HAMBURGER). Das Auge reagiert auf Blendung auf nervösem Wege durch Lidschluß und Pupillenverengung und durch heftige Stoffwechselvorgänge mit Nachbildern am Rezeptorenapparat. Durch diese Nachbilder bleibt so lange ein Gesichtsfeldausfall bestehen, bis das Auge sich den neuen Verhältnissen angepaßt hat.

Bei einer vollen Blendung, bei welcher das zentrale Lichtstrahlenbündel direkt in das Auge fällt, wie wir es in unseren Versuchsreihen durchgeführt haben, ist die Erholungszeit durch das nachfolgende zentrale Skotom vergrößert (HAMBURGER). Dieses zentrale Skotom entsteht durch die stäbchenfreie Fovea und die verringerte Anzahl der Stäbchen in unmittelbarer Umgebung der Fovea centralis, die in Leuchtdichtenbereichen von 50 asb bis 0,02 asb die Fähigkeit zum Dämmerungssehen in nur sehr geringem Maße besitzt.

In verkehrsmedizinischer Hinsicht gesehen, glauben wir, zwei entscheidende Stadien der Readaptation als ermittelt ansehen zu können, die aber nicht der Endadaptation entsprechen:

- 1) Erste Readaptationsstufe (Kontrastwahrnehmung)
- 2) Zweite Readaptationsstufe (erstes Formenerkennen)

Diese beiden Stadien, die nach eigenen Erfahrungen und Beobachtungen in wenigen Fällen zeitlich zusammenfallen können, sind für die Verhältnisse beim Straßenverkehr in der Dämmerung <sup>4)</sup> von größter Bedeutung.

Hier adaptiert der Autofahrer auf eine bestimmte Leuchtdichte, die sich aus den Helligkeitswerten seines Scheinwerfers, evtl. Straßenbeleuchtung und anderen örtlich wechselnden Gegebenheiten zusammensetzt (LOSSAGK). Die distributive Aufmerksamkeit des Fahrers gilt einmal den zum Teil reflektorischen Mehrfachhandlungen beim Fahren, zum anderen den Vorgängen auf dem ausgeleuchteten Bereich der Fahrstrecke. Taucht nun plötzlich und unerwartet, etwa hinter einer Bergkuppe hervorkommend oder um eine Kurve biegend, ein Fahrzeug mit Fernlicht auf, das den Fahrer blendet, wäre er u.U. gezwungen, in einer Zeitspanne von wenigen Sekunden, nämlich bis zur ersten Kontrastwahrnehmung, ohne Sicht zu fahren, wenn er nicht vorschriftsmäßig sein Fahrzeug sofort anhalten würde, um die Readaptationszeit abzuwarten. Aber selbst dann dauert es einige Sekunden, bis er sein Auto zum Stillstand gebracht hat. - Viel häufiger ist es allerdings in der Praxis so, daß der Fahrer zwar für einen Augenblick voll geblendet war, das folgende zentrale Skotom aber durch bewußtes oder unbewußtes Sehen mit peripheren Anteilen der Retina und durch Orientierung entlang der Leitlinie an den Straßenseiten zu überbrücken versucht. In diesem Fall kann ein auf der Mitte der Fahrbahn liegender Gegenstand leicht übersehen werden. Es könnte dann die Zeit der Kon-

---

4) Der Begriff "Dämmerung" umfaßt hier den gesamten Helligkeitsbereich, sowohl des Stäbchensehens als auch den Übergang vom Stäbchen- zum Zapfensehen (HAMBURGER, LAVES-BITZEL-BERGER, LOSSAGK, SCHÖBER u. a. ).

trastwahrnehmung oder gar des ersten Formenerkennens von entscheidender Bedeutung für die Handlungsweise des Fahrers sein.

Die bei der Nyktometrie ermittelten Werte für Endadaptation sind - wie bereits zuvor erwähnt - für die zu fordernde Reaktion des Kraftfahrers nicht entscheidend. Wir konzentrierten uns hingegen auf die Ermittlung der ersten, bereits eingangs erwähnten Readaptationsstufen.

Obgleich wir in unseren Versuchen nicht die gleichen Bedingungen wie im Straßenverkehr schaffen konnten, waren wir bemüht, dabei den Verhältnissen auf der Straße möglichst nahe zu kommen.

Die Blendung beim Autofahren erfolgt unter Veränderung des Scheinwerferabstandes und des Blendwinkels durch die sich aufeinanderzu bewegenden Fahrzeuge und mitunter durch andere Faktoren. Durch Abwenden der Augen versucht der Betroffene im allgemeinen, den Lichtstrahlen auszuweichen.

In unserer Versuchsanordnung war die Versuchsperson einer konstanten, statischen Blendung mit zentral einfallenden Scheinwerferstrahlen ausgesetzt. Die erreichten Werte entstanden unter Anspannung der Konzentration und unter voller Aufmerksamkeit, jedoch in Abhängigkeit von der verschiedenen Reaktionszeit der Versuchspersonen, denen die entstehende Situation im voraus bekannt war.

Unter diesen geschaffenen Bedingungen stellten wir Untersuchungen über den Einfluß des Coffeins im Hinblick auf die Readaptationszeit nach Blendung an, weil Kaffee von den Kraftfahrern häufig genossen wird.

Coffein, ein Bestandteil des Kaffees und Tees, ein schwer löslicher Purinabkömmling (Trimethylxantin), wird im Körper sehr langsam über Dimethyl- und Monomethylxantin abgebaut. Die Abbauprodukte gehen zum größten Teil in Harnstoff über, nur ge-

ringe Mengen werden im Harn im Verlauf von 5 - 6 Stunden ausgeschieden (EICHHOLTZ, MØLLER).

Coffein gilt in der Pharmakologie als zentrales Analepticum. In geringen Dosen von 0,05 - 0,1 g (HAUSCHILD) verursacht es zumeist eine Stimulation im psychischen und sensorischen Bereich (BOCK, HAUSCHILD, GOODMAN-GILMANN), in höheren Dosen bis zu 1 g (HAUSCHILD) greift die Wirkung auch auf die motorischen Bahnen über. Erst in noch größerer Konzentration wird in den meisten Fällen eine deutliche Erregung des Kreislauf- und Vasomotorenzentrums wahrgenommen. Dabei verhält es sich wohl so, daß neben einer zentralen Vasokonstriktion, im Bereich der Niere, des Herzens und des Gehirns eine Vasodilatation vorherrscht. (BOCK, EICHHOLTZ, GOODMAN-GILMANN, HAUSCHILD, MØLLER.) Durch die Beeinflussung der Permeabilität der Gefäßmembranen, speziell der Kapillaren (HAUSCHILD), erklärt sich einerseits die gesteigerte Diurese, die unter der Einwirkung von Coffein beobachtet wird, zum anderen nimmt man aber auch einen spezifischen Reiz auf die sezernierenden Elemente der Niere, mit verminderter Rückresorption des Primärharns und gesteigerter aktiver Filtration (BOCK, MØLLER), an.

Die Resorption des durch Kaffee eingenommenen Coffeins (eine Tasse enthält zwischen 0,05 und 0,15 g Coffein nach EICHLER, EICHHOLTZ und HAUSCHILD) liegt bei 20 min, während s.c. injiziert sein Resorptionsmaximum etwa bei einer Stunde und mehr liegt (EICHLER, EICHHOLTZ).

Bereits KRAEPLIN fand, daß unter dem Einfluß des Coffeins eine deutliche Erleichterung der gedanklichen Assoziationen sowie eine erhöhte Konzentrationskraft eintrat. Dadurch erklären sich BRANDIS, EICHLER und TSCHERMAK die Tatsache, daß das Farbensehen unter Coffein verbessert ist. KAVKOV und WÖLFFLIN erwähnen eine speziell gesteigerte Rotempfindlichkeit des Auges nach s.c. Gaben von Coffein. Sie erklären diese Wirkung hauptsächlich durch eine Gefäßerweiterung in der Retina.

SCHULTE-GREIFSWALD berichtet in zwei Fällen von Sehstörungen nach Übermaß von Coffeingenuß. Diese Sehstörungen, die sich nach Stunden zurückbildeten, führt er auf migräneartige, gefäßspastische Vorgänge und Überreizung des Vasomotorenzentrums zurück, die die lokale Gefäßdilatation abgelöst haben mögen.

### Methodik

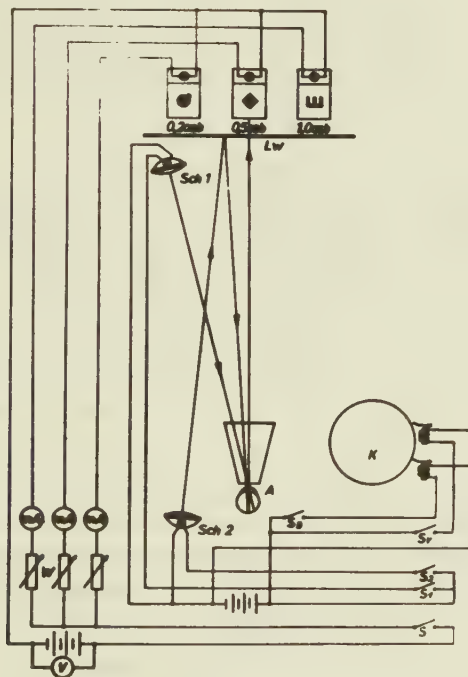


Abb. 1

Eigenkonstruktion (nach BOHNE - LOSSAGK) einer Versuchsanlage zur Prüfung der Readaptationszeiten nach vorausgegangener Blendung in Anlehnung an die Verhältnisse im Straßenverkehr.

Gemäß Abb. 1 schaute die Versuchsperson (A) durch einen schwarzen Trichter auf eine im Abstand von 4,10 m befindliche Leinwand (Lw). Diese sowie das gesamte Vorfeld wurden von einem Scheinwerfer (Sch<sub>2</sub>), der unterhalb des Auges der Vp befestigt war, angestrahlt, wobei ein Leuchtdichtenfeld von etwa 8 asb entstand. Der Proband adaptierte sich nun etwa 5 min auf diesen Helligkeitsbereich. Die rechte Hand der Vp ruhte auf einem Magnetschreiber (SV), der auf der Trommel eines laufenden Kymographen (K) eine Linie schreibt.

Nach beendeter Adaption auf das gesamte Vorfeld wurde der Proband durch einen zweiten Scheinwerfer (Sch<sub>1</sub>) von etwa 200 sb, der im Abstand von 3,30 m vor der Vp aufgestellt war, 5 sec voll geblendet. Nach dieser Zeit verlöschten die Scheinwerfer und die Leinwand wurde von einer Hilfsperson hochgezogen.

Beim Aufbau der Versuchsanordnung wurden unmittelbar hinter der Leinwand drei verschiedene Kontraste mit unterschiedlichen Helligkeitswerten zur Ablenkung und Kontrolle der Vp errichtet. Es stellte sich jedoch heraus (mündliche Mitteilung LOSSAGK), daß alleine die geringe Leuchtdichte von 0,2 asb als Minimalwert für die Readaptationszeit für uns von Interesse ist. Der von uns gewählte Kontrast befand sich innerhalb eines von oben mit diffusem Licht beleuchteten Kästchens, das eine Höhe von 30 cm, eine Breite von 17 cm und eine Tiefe von 15 cm besaß.

An der hinteren Fläche des Kästchens, das allseitig mit weißer Plakafarbe (fa. PELIKANOL) bestrichen war und eine Leuchtdichte von 0,24 asb reflektierte, war eine drehbare schwarze Scheibe mit einem Durchmesser von 6 cm und einer Winkelgröße von  $0,65^\circ$  befestigt. Ein 2 cm<sup>2</sup> großer, ebenfalls schwarzer Zapfen (Nase), der sich an der einen Seite der schwarzen Seite befand, ermöglichte ein Verstellen im Sinne eines Uhrzeigers.

Dieser "modifizierte Landolsche Ring" hob sich von dem weißen Hintergrund in einem Kontrast von ca. 17 % ab.

Die Gesamtleuchtdichte des Kästchens mit dem Kontrast betrug 0,2 asb.

Erkannte der Proband zum ersten Mal nach der Blendung einen Kontrast, dann bestätigte er den Magnetschreiber, welcher eine Markierung auf dem Kymographen verursachte (Kontrastwahrnehmung). Zur Kontrolle des Zeitpunktes, an dem zum ersten Mal auch Konturen gesehen wurden, war die Vp angehalten, sofort anzugeben, auf welchem Abschnitt des gedachten Zifferblattes die Nase der schwarzen Scheibe zu erkennen war (Formenerkennen). Gleichzeitig wurde der Zeitpunkt durch den Probanden mit Hilfe des Magnetschreibers auf dem Kymographen markiert. Das durch die Nachbilder bedingte Verschwinden und Wiederauftauchen des Kontrastes wurde von der Vp dann weiterhin so lange registriert, bis das kreisförmige Kontrastfeld endgültig und bleibend fixiert werden konnte.

Durch einen zweiten Magnetschreiber (SB), den der Versuchsleiter betätigte, wurde auf einer parallelen Kurve eine Markierung zum Zeitpunkt des Ein- und Ausschaltens des Blendscheinwerfers sowie zur Zeit des ersten Formensehens (zweite Readaptationsstufe) auf dem Kymographen geschrieben. Der Kymograph lief mit einer konstanten Geschwindigkeit von 0,62 mm/sec.

Sämtliche Leuchtdichtenwerte wurden wiederholt von uns mit Hilfe des BECKSchen Leuchtdichtmessers (Fa. SCHMIDT & HAENSCH, Berlin) bestimmt.

Zu unseren Versuchen wählten wir 20 Medizinstudenten beiderlei Geschlechts im Alter zwischen 20 und 30 Jahren aus. Durch eine fachärztliche Untersuchung wurde nachgewiesen, daß die Augen der Versuchspersonen keine Refraktionsstörungen und im vorderen und hinteren Augenabschnitt keine pathologischen Befunde aufwiesen.

Mit jedem Probanden wurden zunächst 4 Leerversuche (ohne Coffein) zur Kontrolle und gleichzeitigen Einführung in die Versuchsanordnung gemacht. Bei dem verhältnismäßig einfachen Testablauf war u. E. nur ein mäßiger bis durchschnittlicher Intelligenzgrad notwendig, um die geforderte Leistung ohne weiteren

Übungszuwachs bieten zu können, im Gegensatz zu Versuchen, bei denen Mehrfachhandlungen verlangt werden und gleichzeitig die distributive Aufmerksamkeit geprüft wird. So dürfte eine ins Gewicht fallende Leistungsverbesserung durch weiteren Übungszuwachs ausgeschlossen sein.

Nach den Kontrollversuchen wurde den Probanden eine s.c. Injection von 0,25 g Coffeinum-Natrium-Salicylicum (Fa. THILO), das bedeutet 0,1 g wirksame Substanz, in den Oberarm verabreicht.

Obgleich die Methode der s.c. Injection von für den Autofahrer nicht üblich ist, entschlossen wir uns dennoch dazu, um eine exaktere und gleichmäßige Dosierung der applizierten Coffeinemenge erreichen zu können.

Die Resorptionsabhängigkeit des Coffeins, das durch eine Tasse Kaffee aufgenommen wurde, von dem individuellen Füllungszustand des Magens hätte eine erheblich ungenauere Voraussage über die Resorptionszeit und -Menge zugelassen.

Nach 60, 70, 75, 80, 90 und 100 min post injectionem wurde jeweils ein Versuch unternommen. Wir wählten diese Zeitpunkte, weil nach Vorversuchen festgestellt werden konnte, daß bei allen Probanden nach einer Stunde mit Sicherheit eine Coffeinwirkung eingetreten war. Es ist bekannt, daß das an ein Salz gebundene Coffein, s.c. injiziert, eine Resorptionsverzögerung gegenüber einer Tasse warmen Kaffees aufweist (GOODMAN u. GILMANN u. a.). Es wird dabei die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß ein Resorptionsgipfel bereits vor Versuchsbeginn vorhanden war.

Die Probanden wurden stets angewiesen, bei der Blendung in das volle Licht des Scheinwerfers zu schauen und bei der folgenden Fixation des kreisförmigen Kontrastfeldes das Auge auf den Gegenstand zu richten. Es traten jedoch in vielen Fällen Nachbilder auf, die die Wahrnehmung störten, so daß die Vp ihrerseits nach ihren eigenen Angaben geneigt waren, durch geringe "Stellungsänderungen" des Auges ein besseres Er-

Tabellarische Werte der Coffeinversuche  $n=20$  pro Versuch

Tabelle der Mittelwerte (in sec.)

|       | C <sub>1</sub> | C <sub>2</sub> | C <sub>3</sub> | C <sub>4</sub> | C <sub>5</sub> | C <sub>6</sub> |
|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| t-min | 60             | 70             | 75             | 80             | 90             | 100            |
| -1-   | 2,726          | 2,558          | 2,266          | 1,895          | 2,205          | 2,160          |
| -2-   | 4,677          | 4,357          | 3,846          | 3,559          | 3,439          | 3,417          |

Tabelle der Standardabweichungen (in sec.)

|       | C <sub>1</sub> | C <sub>2</sub> | C <sub>3</sub> | C <sub>4</sub> | C <sub>5</sub> | C <sub>6</sub> |
|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| t-min | 60             | 70             | 75             | 80             | 90             | 100            |
| -1-   | 0,3598         | 0,2068         | 0,2388         | 0,1263         | 0,2751         | 0,0258         |
| -2-   | 0,600          | 0,4418         | 0,614          | 0,7574         | 0,4439         | 0,6975         |

Tabelle der mittl. quad. Abweichungen (in sec.)

|       | C <sub>1</sub> | C <sub>2</sub> | C <sub>3</sub> | C <sub>4</sub> | C <sub>5</sub> | C <sub>6</sub> |
|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| t-min | 60             | 70             | 75             | 80             | 90             | 100            |
| -1-   | 1,566          | 1,190          | 1,273          | 0,931          | 1,371          | 1,328          |
| -2-   | 2,021          | 1,740          | 2,050          | 2,290          | 1,741          | 2,205          |

C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub> Versuche unter Coffein zu verschiedenen Zeitpunkten nach s.c. Injektion

- 1 = Zeitwerte in sec für 1. Readaptationsstufe  
 2 = Zeitwerte in sec für 2. Readaptationsstufe



Tabelle der Kontrollversuche

n = 80

|                         | 1-<br>(sec) | 2-<br>(sec) |
|-------------------------|-------------|-------------|
| Mittelwerte             | 3,62        | 5,866       |
| Standard-Abweichung     | 0,2226      | 0,5078      |
| mittl. quad. Abweichung | 1,998       | 1,472       |

1- = Zeitwerte in sec. für 1. Readaptationsstufe

2- = " " " " " " 2. " " " "

Tabelle der Coffeinversuche C<sub>1</sub> - C<sub>6</sub>

n = 120

|                         | 1-<br>(sec) | 2-<br>(sec) |
|-------------------------|-------------|-------------|
| Mittelwert              | 2,292       | 3,884       |
| Standard-Abweichung     | 0,116       | 0,185       |
| Mittl. quad. Abweichung | 1,229       | 1,004       |

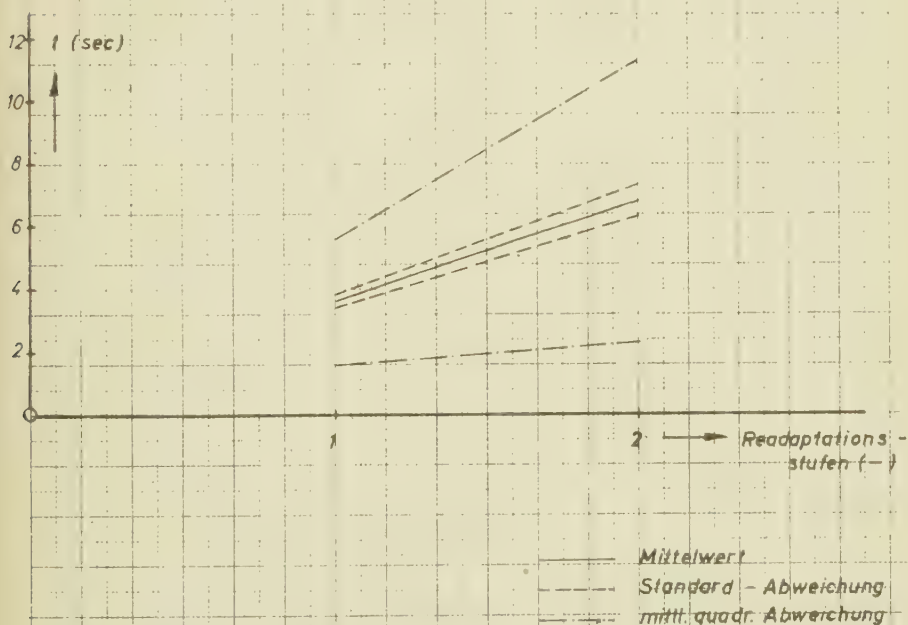


# KONTROLLVERSUCHE

Darstellung der Mittelwerte,  
der Standard-Abweichungen und  
der mittl. quadr. Abweichungen

für  $n = 80$

für die Versuche ohne COFFEIN



Kurve 1.

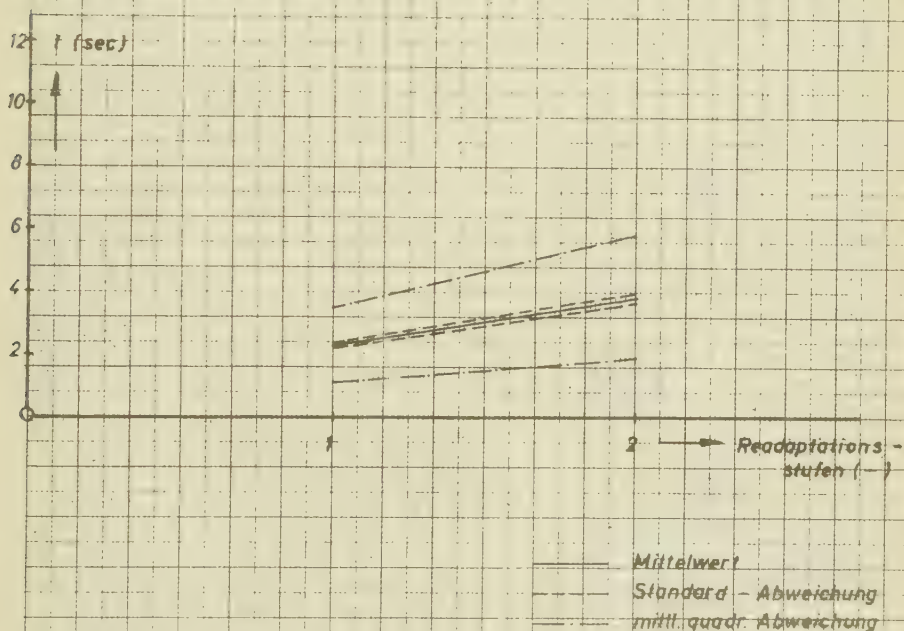


# VERSUCHE C<sub>1</sub> - C<sub>6</sub>

Darstellung der Mittelwerte  
der Standard-Abweichungen und  
der mittl. quadr. Abweichungen

für  $n = 120$

für alle Versuche mit 0,10g COFFEIN

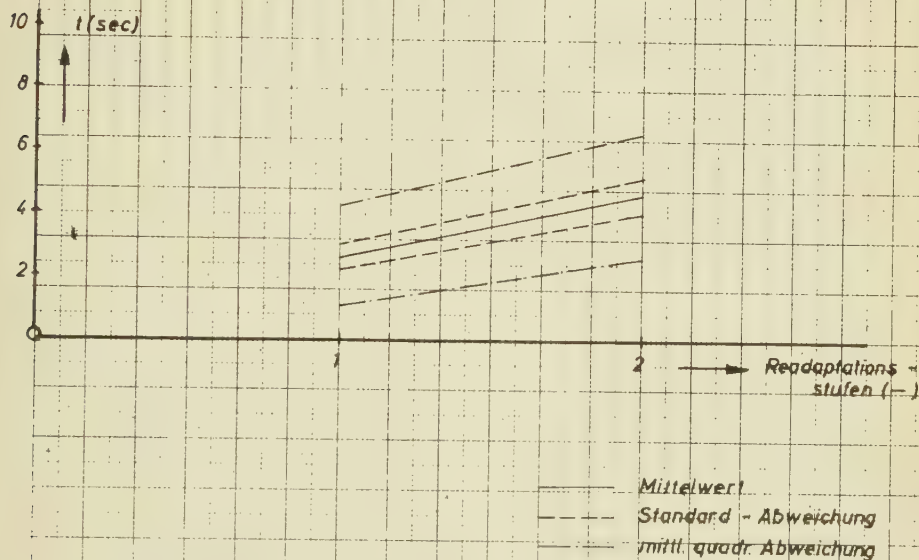




## VERSUCHE C<sub>1</sub>

Werte des 1. Versuches an  $n = 20$  Versuchspersonen.

60 min nach s.c. Injektion von 0,10 g COFFEIN

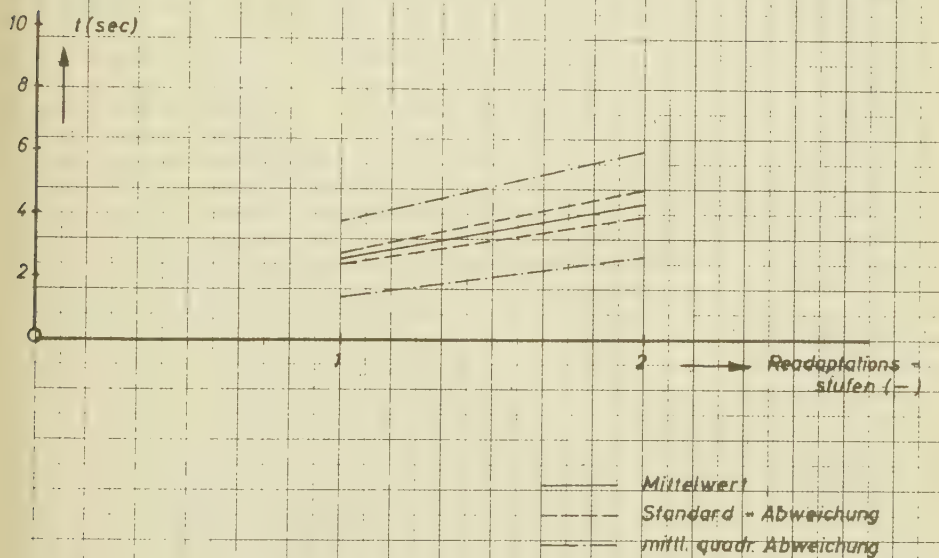




## VERSUCHE C<sub>2</sub>

Werte des 2. Versuches an  $n = 20$  Versuchspersonen.

70 min nach s.c. Injektion von 0,10 g COFFEIN

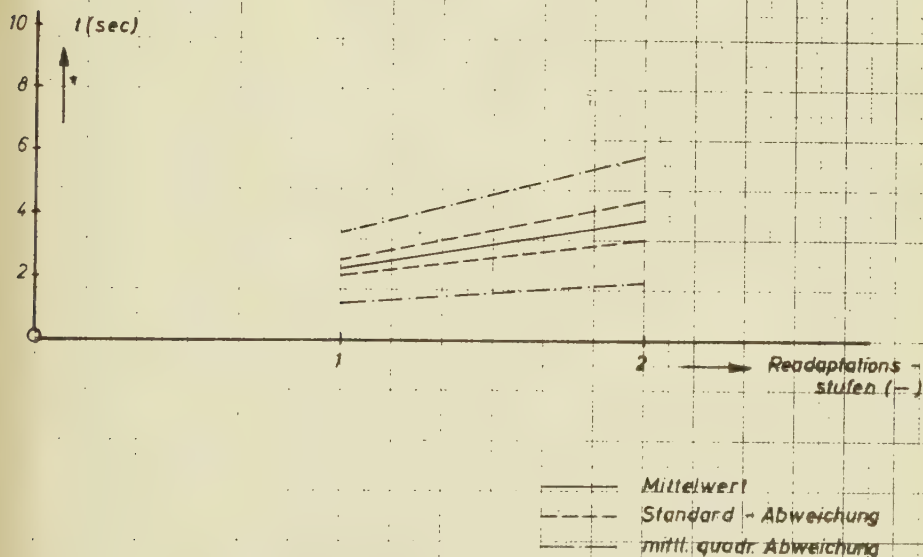




## VERSÜCHE C<sub>3</sub>

Werte des 3. Versuches an  $n = 20$  Versuchspersonen.

75 min nach s. c. Injektion von 0,10 g COFFEIN

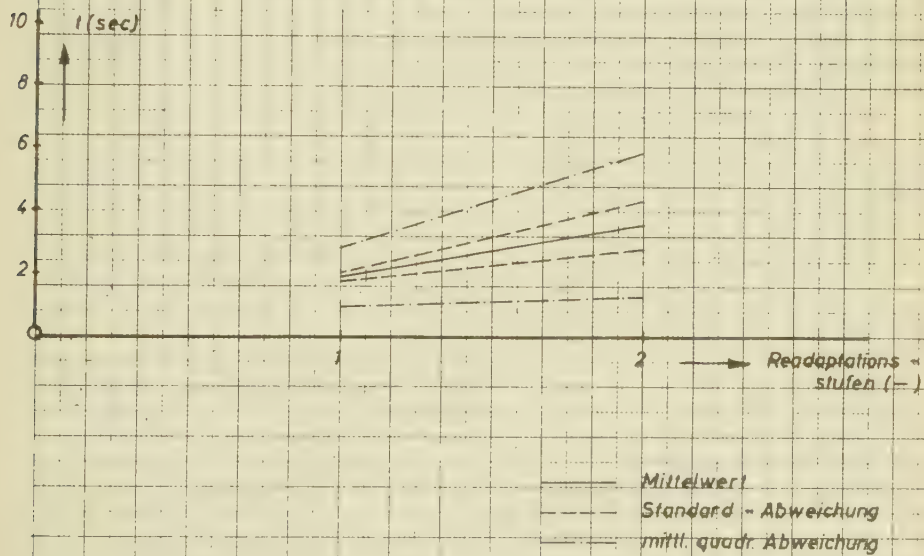




## VERSUCHE C<sub>4</sub>

Werte des 4. Versuches an  $n = 20$  Versuchspersonen.

80 min nach s. c. Injektion von 0,10g COFFEIN

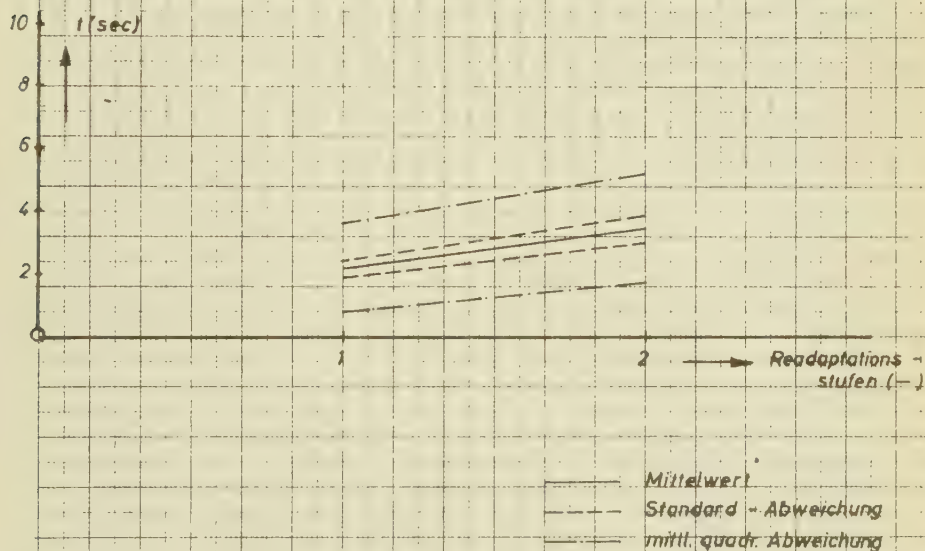




# VERSUCHE C<sub>5</sub>

Werte des 5. Versuches an n = 20 Versuchspersonen

90 min nach s.c. Injektion von 0,10 g COFFEIN



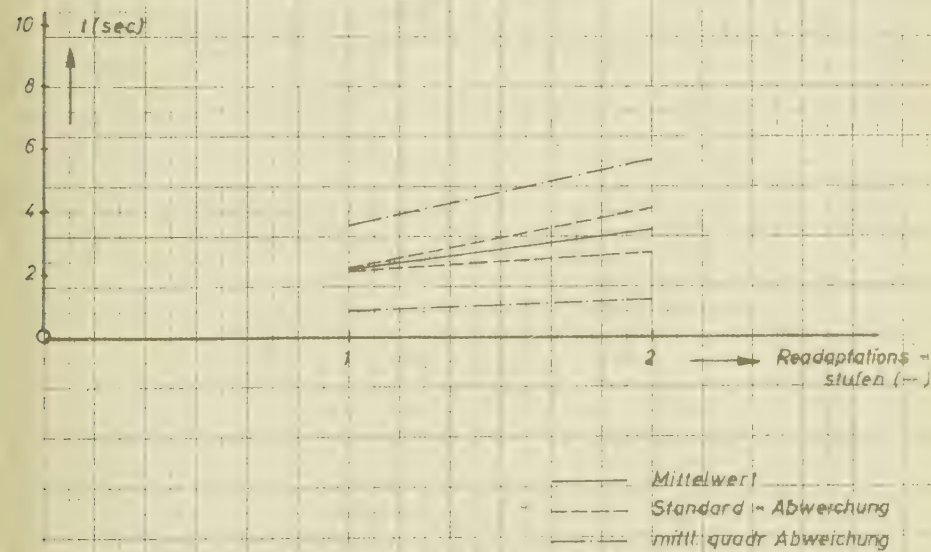
Kurve 7



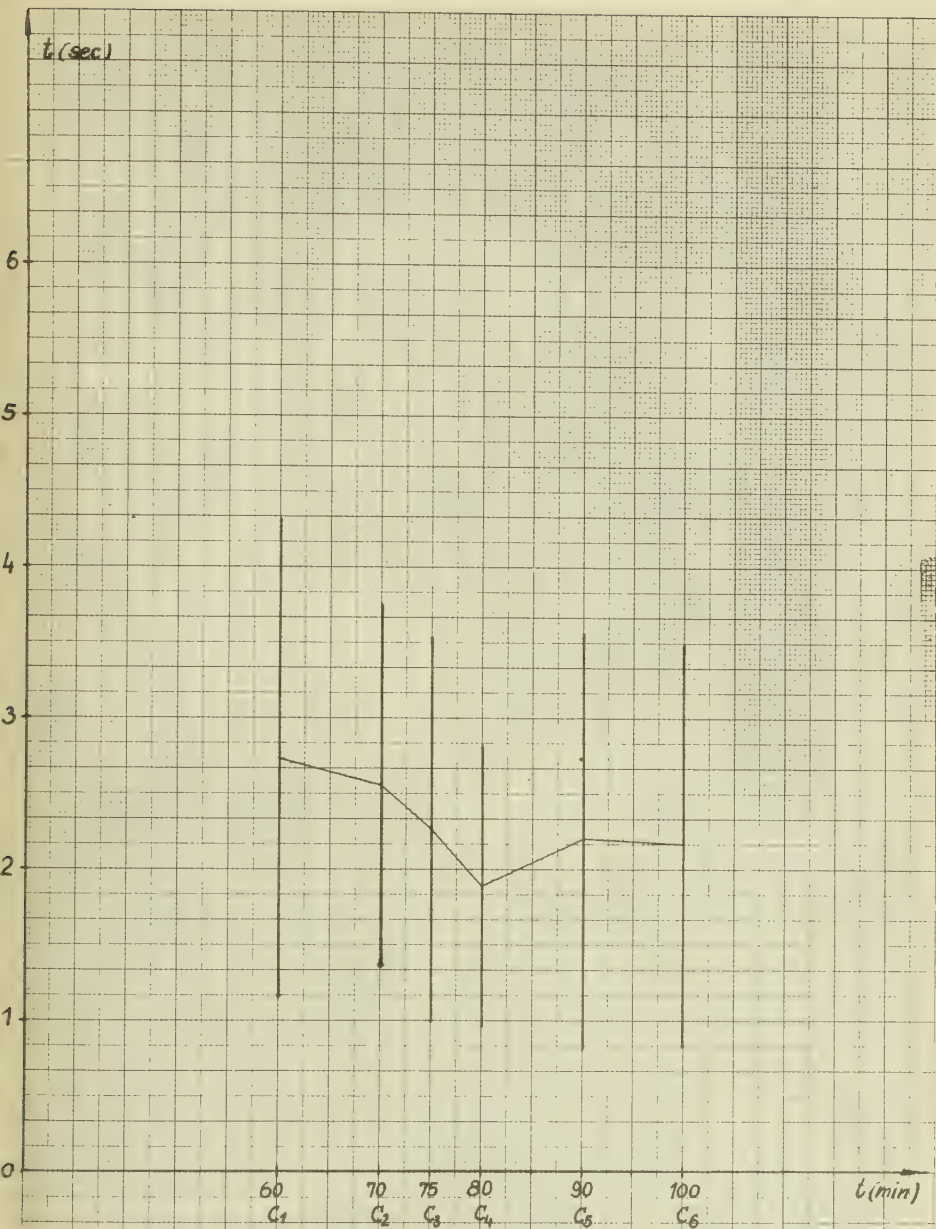
# VERSUCHE C<sub>6</sub>

Werte des 6. Versuches an  $n = 20$  Versuchspersonen

100 min nach s. c. Injektion von 0,10 g COFFEIN

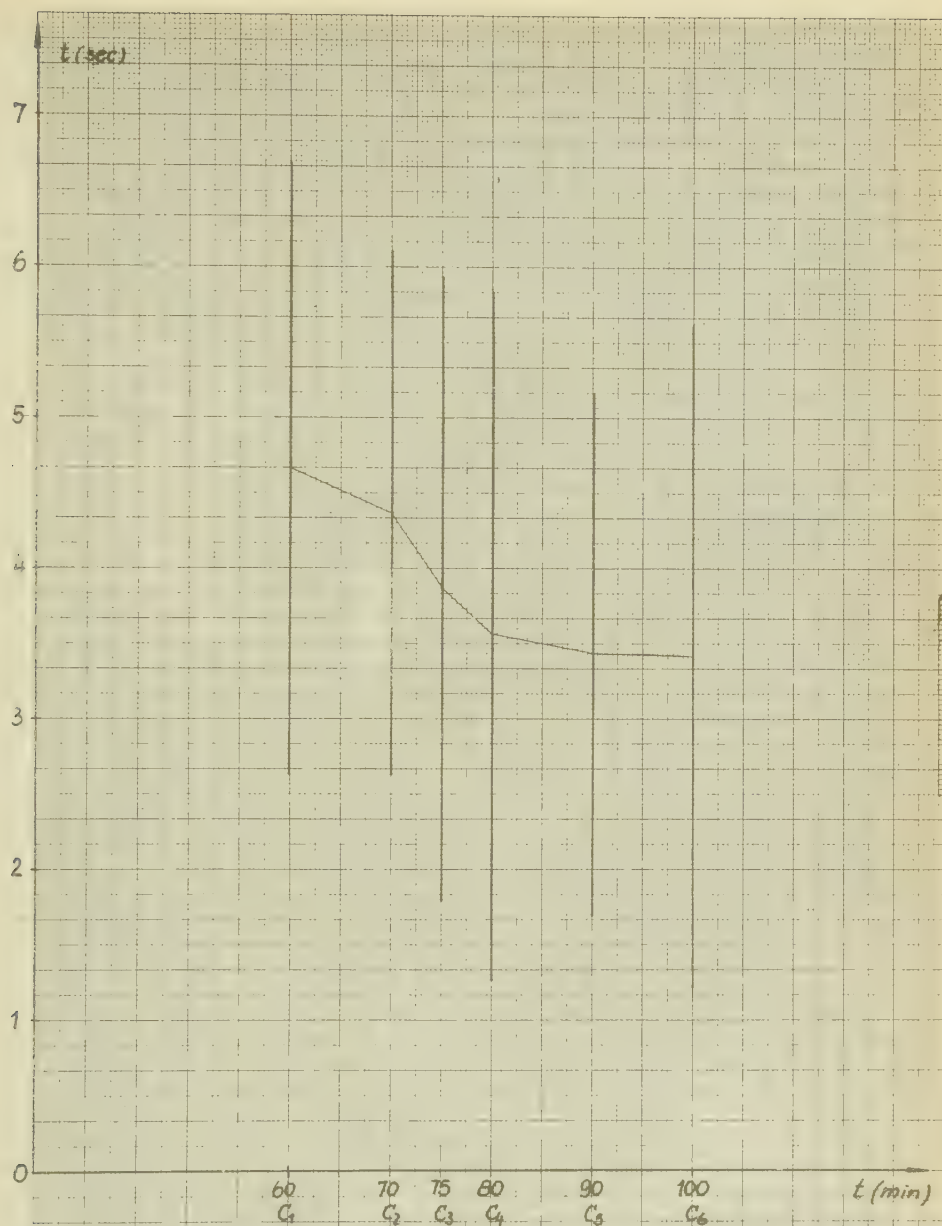






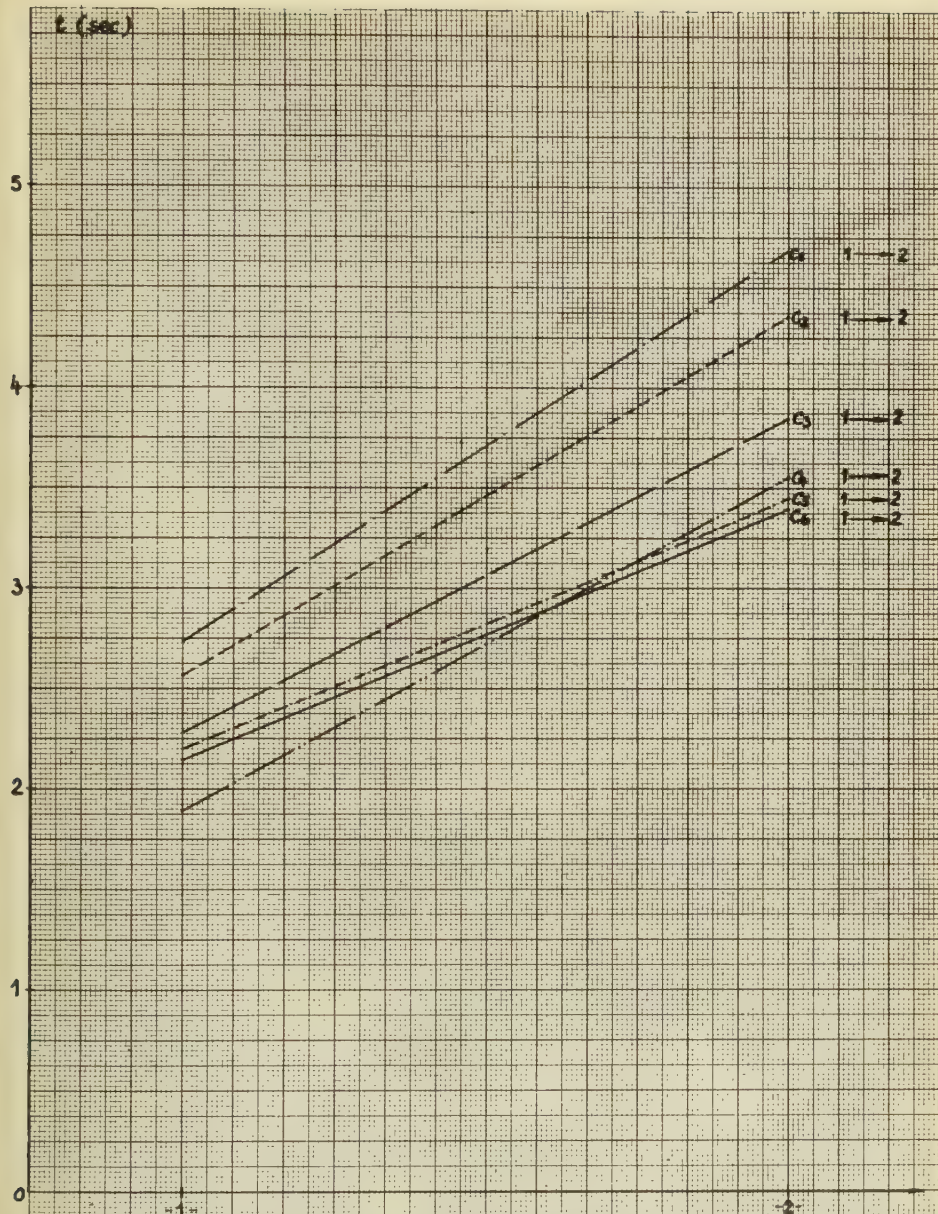
Vergleiche der Mittelwerte und der zugehörigen  
mittl. quadr. Abweichungen in Abhängigkeit von  
der Zeit während der - 1- Readaptationsstufe.  
Coffeinemenge : 0.10g s.c.  
Kurve 9





Vergleiche der Mittelwerte und der zugehörigen  
mittl. quadr. Abweichungen in Abhängigkeit von  
der Zeit während der -2.-Readaptationsstufe.  
Coffeinmenge : 0.10 g s.c.





Darstellung der Zeitabhängigkeit der Mittelwerte  
der Readaptationsstufen 1 → 2 aller Caffein-Versuche.  
Coffeinmenge: 0.70 g s.c.

Kurve 11



kennen des gebotenen Sehzeichens zu ermöglichen. Sie wurden alle ersucht, das Auge auf einen bestimmten Punkt zu fixieren, ohne der Versuchung zu unterliegen, mit peripheren Netzhautanteilen den Gegenstand zu suchen.

Eine Hilfsperson kontrollierte außerdem, ob der Proband in das volle Scheinwerferlicht blickte.

Alle Probanden hatten am Versuchstag keinen Kaffee, Tee oder Alkohol getrunken und mehrere Stunden vor und während des Tests nicht geraucht.

## Diskussion

Die Ergebnisse aller Versuche wurden statistisch ausgewertet <sup>+)</sup> , um einen geringen Wahrscheinlichkeitsirrtum und einen hohen Aussagewert zu erhalten.

Was besagen nun die Ergebnisse?

Die Werte der Coffeinversuche liegen deutlich unter denen der Kontrollversuche (Tab. 1 und 2).

Insbesondere fällt eine deutliche Abweichung der Mittelwerte der Versuche mit Coffein gegenüber jenen ohne Coffein auf. (Kurve 1-8)

Beim Vergleich der Mittelwerte mit den dazugehörigen mittleren quadratischen Abweichungen während der ersten und zweiten Readaptationsstufe (Konstrastsehen und Formensehen) verbessern sich die Zeitwerte, angefangen bei 60 min nach s.c. Injection deutlich, um sich dann nach 90 und 100 min wieder zu verschlechtern (1. Readaptationsstufe) oder in etwa konstant zu bleiben (2. Readaptationsstufe). Es darf vermutet werden, daß offenbar das Wirkungsoptimum nach vermutlich abgeschlossener Resorption für Coffein bei etwa 80 min nach s.c. Injection erreicht wurde (Kurve 9 und 10).

Bei allen Versuchen wurde unter Einwirkung von Coffein für die Kontrastwahrnehmung eine Verbesserung von über einer Sekunde im Mittelwert und für das Formenerkennen eine Zeitverbesserung von über 3 sec im Mittelwert errechnet (Tabelle 2).

Eine Korrelation der Ergebnisse mit und ohne Coffein konnten wir mit einer mathematischen Signifikanz nicht vornehmen, weil die schlechten Werte der Gesamtcoffeinkurve ( $C_1 - C_6$ ) (Kurve 2) noch im Optimum der Kurve aller Kontrollversuche (Kurve 1) liegen. Jedoch ist nach unserer Auffassung ein deutlicher Coffeineffekt erzielt worden.

---

+) Dr. ZIMMERMANN, z.Z. Institut für Physiologische Chemie,  
Würzburg

Da somit eine eindeutige Verbesserung der Readaptationszeit nach s. c. Injection von 0,1 g Coffein erreicht wurde und mit einem weiteren Leistungszuwachs, nach vorangegangenen zahlreichen Kontrollversuchen, nicht mehr zu rechnen sein dürfte, ist u. E. der Erfolg in der spezifischen pharmakologischen Wirkung des Coffeins zu suchen.

Grundsätzlich könnten unserer Auffassung nach drei Wirkungsmechanismen für das Coffein in Frage kommen:

Die Retina mit ihrer Blutversorgung kann, entwicklungsgeschichtlich gesehen, als ein Anteil des Gehirns betrachtet werden. Eine gefäßerweiternde Wirkung des Coffeins, und damit eine bessere Durchblutung, ist bekannt. (BOCK, EICHHOLTZ, GOODMAN u. GILMANN, HAUSCHILD, MØLLER u. a.). Es könnte nun durch eine Gefäßerweiterung in der Retina (BRANDIS, TSCHERMAK) zu deren besserer Durchblutung und damit durch Erhöhung der Stoffwechselvorgänge einmal zu einer geringeren Ermüdbarkeit der Neurone und zum anderen zu einer rascheren Sehpurpur-Regeneration kommen.

Bereits KRAEPLIN, und nach ihm viele andere Autoren, beschrieben die Erleichterung gedanklicher Assoziationen und die Beschleunigung sensorischer und motorischer Reflexabläufe unter nicht zu hohen Dosen von Coffein.

Beim Strychnin, das ebenfalls als ein zentrales Analepticum Anwendung findet, sind die Zusammenhänge der erleichterten Reflexabläufe hinreichend bekannt. Hier greift das Strychnin an den Synapsen der Schaltneurone an und aktiviert die Überträgersubstanz des Acetylcholins; zudem bewirkt es eine Verminderung der Reflexhemmung. Auch wurde unter Strychnin eine Erweiterung des Gesichtsfeldes (HAUSCHILD, GOODMAN-GILMANN, MØLLER) beobachtet, die durch Miterregung stumm gebliebener Zonen zu-

standekommt (GOODMAN-GILMANN). Es liegt nahe, diese bekannten Tatsachen mit jenen der Coffeinwirkung zu vergleichen, zumal HAU-SCHILD bei Coffein von einer Verstärkung der Acetylcholinwirkung spricht. Auf unsere Versuchsergebnisse übertragen würde das bedeuten, daß unter dem Einfluß des Coffeins der Reflexmechanismus der Wahrnehmung, von der Regulierung der Pupillen bis zur Übertragung auf den Cortex und der dort stattfindenden Assoziation, rascher ablaufen würde.

Durch neueste Untersuchungen von FRIEDRICH und HUTTARY konnte festgestellt werden, daß Coffein, stärker aber noch das Theophyllin, einen intensiveren Stoffaustausch an der Blut-Hirn-Schranke verursacht. -

Man könnte daraus folgern, daß im gesamten zentralen nervalen Bereich die chemischen Prozesse durch erhöhten Stoffaustausch schneller ablaufen und damit auch eine beschleunigte Readaptation erreicht werden kann. Dies scheint uns umso wahrscheinlicher, als wir beobachten konnten, daß die Nachbilder unter dem Einfluß des Coffeins weniger störend als bei den Leerversuchen während der Readaptation empfunden wurden und in einigen Fällen die Probanden sie nicht mehr im zentralen Gesichtsfeld beobachteten.

Es könnte in diesem Fall angenommen werden, daß die durch die Nacheregungen verursachten positiven Nachbilder schneller abklingen und die die negativen Nachbilder erzeugenden Ermüdungserscheinungen geringer sind als unter Bedingungen ohne Coffein.

Wir halten es für sehr wahrscheinlich, daß alle drei Wirkungsmechanismen zusammen zu einer rascheren Readaptation unter Coffein beitragen. Diese Tatsache dürfte im Hinblick auf die Verhältnisse im Straßenverkehr von Bedeutung sein.

Eine verbesserte Readaptationszeit kann im Gefahrenmoment insofern eine Rolle spielen, als es dadurch dem Fahrer ermöglicht wird, einen Gegenstand früher zu erkennen und rascher zu reagieren. Somit wird also seine Fahrstrecke verkürzt. Bei einer mittleren Geschwindigkeit von 50 km/h

würde das bedeuten, daß nach Blendung bei einer Verkürzung der Readaptationszeit durch Coffein von beispielsweise 1 sec bis zur ersten Kontrastwahrnehmung 14 m Wegstrecke mehr zur Verfügung stehen als nach Readaptation ohne Coffein, eine Wegstrecke, die für ein rettendes Handeln entscheidend sein kann.

Eine große Strecke bleibt dann ungenutzt, wenn man in Betracht zieht, daß in der Praxis oft erst das Formenerkennen dem Fahrer die Gefahr zum Bewußtsein bringt. In diesem Fall würde eine Reaptationszeitverkürzung von etwa 3 sec bei einer angenommenen Geschwindigkeit von 50 km/h einen Gewinn von etwa 42 m bringen, die der Fahrer zur Beherrschung seines Fahrzeuges nutzen kann.

Unter diesen verkehrsmedizinischen Gesichtspunkten halten wir den günstigen Einfluß des Coffeins auf die Readaptationszeit nach Blendung für nicht unerheblich.

## Zusammenfassung

Anhand von insgesamt 200 Untersuchungen an 20 Versuchspersonen beiderlei Geschlechts der Altersgruppen von 20 bis 30 Jahren konnte nach Verabreichung von 0,1 g Coffein s.c. mit Hilfe statistischer Berechnungen ermittelt werden, daß Coffein einen zeitverkürzenden Einfluß auf die zentrale Readaptation nach Blendung ausübt.

Die Ergebnisse wurden mit Hilfe einer Versuchsanlage gewonnen, die im Gegensatz zur Nyctometrie den Gegebenheiten im Straßenverkehr besser Rechnung trug.

Die getroffenen Feststellungen können bei der dauernd zunehmenden Belastung im Straßenverkehr eine nicht unerhebliche Rolle spielen.

## Literatur

1. BAUMGARTNER, G.: "Kontrastlichteffekte an retinalen Ganglienzellen; Ableitungen vom Tractus opticus der Katze."  
"Neurophysiologie und Psychophysik des visuellen Systems."  
Symposion Freiburg 1960  
Berlin, Göttingen, Heidelberg (1961)
2. BOCK, J.: "Die Purinderivate"  
Handbuch der experimentellen Pharmakologie II, 1 (1920)
3. COMBERG, W.: "Ein neues Verfahren zur Untersuchung der Dämmerungsfortleitung und der Blendungsempfindlichkeit."  
52, Ber. Dtsch. Ophtalm. Ges. (1938)
4. COMBERG, W.: "Das Sehen bei herabgesetzter Beleuchtung"  
53, Ber. Dtsch. Ophtalm. Ges. (1940)
5. BRANDIS, S. A.: "Change in the light sensitivity of the human eye caused by mental labour"  
Ref.: Dtsch. Zbl. Ophtalm. 44 (1941)
6. BRANDIS, S. A.: "Contribution to the analysis of the changes of sensitivity of the human eye to light, with reference to various types of work performed by the subject."  
Ref.: Dtsch. Zbl. Ophtalm. 45 (1940)
7. BYKOW, K. M.: "Lehrbuch der Physiologie"  
Ost-Berlin (1960)

8. DODT, E. : "Elektroretinographische Untersuchungen über das adaptierte Verhalten tierischer Netzhäute"  
"Neurophysiologie und Psychophysik des visuellen Systems"  
Symposion Freiburg 1960,  
Berlin, Göttingen, Heidelberg (1961)
9. EICHLER, O. : "Kaffee und Coffein"  
Berlin (1938)
10. EBBECKE, U. : "Receptorapparat und entoptische Erscheinungen"  
Bethes Hb. der Physiol. 12,1 Berlin (1929)
11. EICHHOLTZ, F. : "Lehrbuch der Pharmakologie" 9,  
Berlin, Göttingen, Heidelberg (1957)
12. FRIEDRICH, H. : "Versuche über die Wirkung von Cardiazol,  
Coffein und Theophyllin auf die Blut-Hirn-  
schranke u. die Permeabilität des Zentralnervensystems."  
Pharmakologisches Institut Frankfurt/Main  
Diss. (1962)
13. GOODMAN, L. S.  
und A. GILMANN; "The pharmacological Basis of Therapeutics"  
New York (1958)
14. GRANIT, R. : "The components of the retinal action potential  
in mammals and their relation to the discharge  
of the optic nerve."  
J. Physiol. 77, (1933)
15. GRUESSER-CORNEHLS  
u u. O.J. GRUESSER: "Reaktionsmuster der Neurone im zentralen visuellen System von Fischen, Kaninchen und Katzen auf monoculare und binoculare Lichtreize"  
"Neurophysiologie und Psychophysik des visuellen Systems."  
Symposion Freiburg (1960)  
Berlin, Göttingen, Heidelberg (1961)

16. HABERICH, F. J.: "Über einen rasch ablaufenden Adaptationsvorgang nach Blendung."  
Naturwissenschaften 41, (1954)
17. HAMBURGER, F. A.: "Das Sehen in der Dämmerung"  
Wien (1949)
18. HARTREE, W. und  
A. v. HILL: J. Physiol. 58, (1924)
19. HAUSCHILD, F.: "Pharmakologie und Grundlagen der Toxikologie."  
Leipzig (1956)
20. HECHT, S.: "Eine Grundlage für die Beziehung zwischen Sehschärfe und Beleuchtung."  
Naturwissenschaften, 18 (1930)
21. HELMHOLTZ, H. v.: "Handbuch der physiologischen Optik"  
3, Leipzig (1909-11)
22. HUTTARY, G.: "Beeinflussung der Durchgängigkeit der Blut-Hirn-Schranke für Salicylsäure und Purinkörper."  
Diss. (1962), Frankfurt/Main
23. JUNG, R.: "Korrelation von Neuronentätigkeit und Sehen"  
"Neurophysiologie und Psychophysik des visuellen Systems."  
Symposion Freiburg (1960)  
Berlin, Göttingen, Heidelberg (1961)
24. KARLSON, P.: "Kurzes Lehrbuch der Biochemie"  
Stuttgart (1961)
25. KAVKOV, S. v.: "The Influence of Coffeine in the colour sensitivity"  
Acta ophtalm. 17, (1939)

26. KOHLRAUSCH, A.: "Untersuchungen mit farbigen Schwellenprüf-  
lichtern über den Dunkeladaptationsverlauf  
des normalen Auges"  
Pflügers Arch. 196 (1922)
27. KOHLRAUSCH, A.: "Tagesehen, Dämmerungssehen, Adaptation"  
Hb. norm. path. Physiol. XII/2  
Berlin (1931)
28. KOGINA, Y.: "Effect of the previous light adaptation with  
various colours of the following course of dark  
adaptation." III  
Acta Soc. opthalm. jap. 63 (1959)
29. KRAEPLIN, E.: "Über die Beeinflussung einfacher psychischer  
Vorgänge durch einige Arzneimittel."  
(Jena (1892)
30. KUFFLER, S.: "Neurons in the Retina. Organization, inhibition  
and excitation problems."  
Cold Spr. Arb. Symp. quant. Biol. 17, (1952)
31. KÜHNE, W.: Unters. Physiol. Inst.  
Heidelberg (1877-1882)
32. LAVES, W.,  
F. BITZEL und  
E. BERGER: "Der Straßenverkehrsunfall"  
Stuttgart (1956)
33. LOSSAGK, H.: "Sinnestäuschung und Verkehrsunfall"  
2, Dortmund (1953)
34. MØLLER, K. O.: "Pharmakologie"  
Basel, Stuttgart (1958)
35. MOTE, F. A. und  
A. J. RIOPELLE: "The Effect of Varying the Intensity and the  
Duration of Preexposure upon Foveal Dark  
Adaptation in the Human Eye"  
J. Gen. Physiol. 34, (1951)

36. MATTHEY, G.: "Eine "Standardkurve" der Dunkeladaptation für klinische Untersuchungen"  
Graefes Arch. f. Ophtalm. 1922 (1932)
37. NAGEL, W.A.: "Zwei Apparate für die augenärztliche Funktionsprüfung, Adaptometer und kleines Spektralphotometer"  
Z. Augenh. 17, (1907)
38. RANKE, G.: "Objektive Messung der Lichtzerstreuung in den Augenmedien von Tieraugen"  
Arbeitsphysiologie, 15 (1954)
39. RUSHTON, W.A.H.: "The difference spectrum and the photosensitivity of rhodopsin in the living human eye."  
J. Physiol. 134 (1956)
40. REIN, H. und  
M. SCHNEIDER: "Einführung in die Physiologie des Menschen"  
13, 14, Berlin, Göttingen, Heidelberg (1960)
41. SCHOBER, H.: "Das Sehen" I und II  
Leipzig (1960) und (1958)
42. SICKEL, W.: "Stoffwechsel und Funktion der isolierten Netzhaut"  
"Neurophysiologie und Psychophysik des visuellen Systems."  
Symposium Freiburg (1960)  
Berlin, Göttingen, Heidelberg (1961)
43. SCHULTE-GREIFSWALD: "Ungewöhnliche Folgen nach Coffeingenuß"  
Ref.: Zbl. Ophtalm. 51, (1949)
44. STEPP, W.: "Versuche über Fütterung mit lipoidfreier Nahrung"  
Biochem. Z. 22, (1909)
45. TRENDELENBURG, W.: "Der Gesichtssinn"  
Berlin (1943)

46. TSCHERMAK, A.: Bethes Hb. norm. u. path. Physiol. 9/12, (1929)
47. TEUBER, H. L.: "Neuere Untersuchungen über Sehstrahlung und Sehrinde"  
"Neurophysiologie und Psychophysik des visuellen Systems"  
Symposium Freiburg (1960)  
Berlin, Göttingen, Heidelberg (1961)
48. WALD, G.: "The Biochemistry of Vision"  
Annual Review of Biochemistry 22, (1933)
49. WÖLFFLIN, E.: Klin. Mbl. Augenh. 69, (1922)
50. WOLF, E. und  
M. J. ZIGLER: "Course of dark adaption under various conditions  
of preexposure and testing"  
J. Opt. Soc. Amer. 45, (1955)

An dieser Stelle möchte ich mich für die in so großzügiger Weise zur Verfügung gestellten Apparaturen des Instituts sehr herzlich bedanken.

Es ist mir ein besonderes Bedürfnis, Herrn Dr. Bohné meinen Dank zu sagen, der mir sowohl bei der technischen Durchführung als auch bei der Abfassung meiner Arbeit mit unermüdlichem Rat zur Seite stand.

Ferner gilt mein Dank Herrn Dr. van Beuningen für seine ophthalmologischen Untersuchungen, sowie Herrn Dr. Zimmermann für die statistischen Auswertungen.



## Lebenslauf

Am 20. Januar 1938 wurde ich als drittes Kind des damaligen Hochschulassistenten im Chemischen Institut, Dr. Erich Asendorf und seiner Ehefrau Anny, geborene Granderath in Würzburg geboren.

Durch die Wirren des Krieges und der Nachkriegszeit und aus beruflichen Gründen meines Vaters wechselten meine Eltern häufig den Aufenthaltsort.

### Meine Schulen:

- 1944: Volksschule Eisenberg/Pfalz
- 1947: Volksschule Bremen
- 1948: Aufnahme in die "Selecta" des Progymnasiums Gründstadt/Pfalz
- 1949: Clara-Schumann-Schule Bonn
- 1952: Realgymnasium für Mädchen in Bad Homburg
- 1954: Bettina-Schule in Frankfurt am Main
- 1957: legte ich in der Bettina-Schule in Frankfurt meine Reifeprüfung ab und begann im SS 1957 mit dem Studium der Medizin an der Johann Wolfgang Goethe-Universität in Frankfurt am Main.

Zum WS 1958/59 immatrikulierte ich mich an der Julius Maximilians-Universität in Würzburg, an welcher ich 1959 meine ärztliche Vorprüfung mit der Note "gut" bestand.

Vom WS 59/60 bis zum SS 62 studierte ich wieder in Frankfurt und beendete das Staatsexamen im Februar 1963 mit der Note "sehr gut".

Meine Tätigkeit als Famula absolvierte ich im Kreiskrankenhaus Bad Homburg, im Krankenhaus Salzhausen bei Lüneburg und im Bolnica Sušak in Rijeka, Jugoslawien.



Ich erkläre ehrenwörtlich, daß ich die der Medizinischen Fakultät Frankfurt/Main zur Promotionsprüfung eingereichte Arbeit mit dem Titel:

"Untersuchungen über den Einfluß des Coffeins auf  
die zentrale Dunkeladaptation nach Blendung"

im Institut für gerichtliche und soziale Medizin unter Leitung von Herrn Professor Gerchow mit Unterstützung durch Herrn Dr. Bohné ohne sonstige Hilfe selbst durchgeführt und bei der Abfassung der Arbeit keine anderen als die in der Dissertation angeführten Hilfsmittel benutzt habe.

Ich habe bisher an keine in- und ausländische Medizinische Fakultät ein Gesuch um Zulassung zur Promotion eingereicht, noch die vorliegende oder eine andere Arbeit als Dissertation vorgelegt.

Frankfurt am Main, den 1.12.1962

Ursel Aseudorf



### Akademische Lehrer

Meine Lehrer in den Hauptvorlesungen des vorklinischen Studiums waren BAUEREISEN, CZERNY, FELIX, GIERBERG, HALBSGUTH, KUHLENKAMPFF, NEUBERT, ORTHMANN, RIED, ROYEN, STARCK, TURBA, WEZLER und WIEGAND.

In den Hauptvorlesungen des klinischen Studiums hörte ich AMELUNG, ARTELT, BETKE, BOENNINGHAUS, de RUDDER, FREY, GEISSENDÖRFER, GRÜNER, GÜNTZ, HELLER, HELLRIEGEL, HERZBERG, HOFF, HOLTZ, JÜRGENS, KAHLAU, LANDES, LAPP, LUFF, MITTERMAIER, RADENBACH, RAJEWSKY, v. RECKOW, SANDRITTER, SCHMITH, SCHWENZER, STRNAD, THIEL, WEBER, WESTERMANN, WIEDEMANN, ZIMMERMANN und ZUTT.





